

Tabla I. Continuación.

Table I. Continuation.

LOCALIDAD	UTM	FECHA	Ag	Cl	Ce	Ca	Va	Vp	La	Lc	Pp	Tu	Hs	Dr
Mañón	PJ03	01-88		23										
Recemel	NJ81	01-88		40							1			16
Boliqueiras	NJ90	01-88												1
Salto do Conexo	NH89	01-88										2		7
Regidoira	NH67	01-88		3										
Furelos	NH85	01-88		5		7						2		
Vila Igrexa	NH48	01-88									1			13
Parada	NH46	01-88		15		2					1			
Pedrafigueira	MH94	01-88								278			9	
Cabo Fisterra	MH74	01-88								93				
Ozón	MH86	01-88		13									+	+
Areosa	NH06	01-88		107										12
Ponteceso	NH08	01-88		92										56
Cances	NH28	01-88		57				+		1		2		23
Bembibre	NH26	01-88		8				3					1	12
Sobrado	NH76	03-88		2										
A Castellana	NH78	03-88		15		5					4			1
A Capela	NJ70	03-88		4										
San Sadurniño	NJ72	03-88		24				1						22
O Ermo	NJ92	03-88		3										4
Sismundi	NJ94	03-88						+						12
Raxón	NJ52	03-88		54										4
Mabegondo	NH58	03-88												3
Carmoedo	NJ50	03-88		58										43
Poulo	NH56	03-88		1										
Río	NH37	04-88		14										6
Noicela	NH39	04-88		74										2
Agualada	NH17	04-88		33									1	1
Buño	NH19	04-88										1		.
Santa Mariña	MH88	04-88		5										
Ponte do Porto	MH97	04-88		58				5		1				8
Fisterra	MH75	04-88		65			+	1		+			1	17
Arceo	NH66	06-88		2										1
Sobrado (Lago)	NH86	06-88		2										
Aranga	NH88	07-88		+		1								
Burricios	NH68	07-88		25				3			1		3	
Faeira	NJ80	07-88		30										1
As Somozas	NJ82	07-88		2										14
Loiba	PJ04	07-88		11									2	23
Sedes	NJ62	07-88		1										
Laraxe	NJ60	07-88		1									+	2
Ledoño	NH49	07-88		+		8					1			
Razo	NH29	07-88		14				1						
Canosa	NH27	07-88		10										
Corme Aldea	NH09	07-88		274		1								2
Baio	NH07	07-88		14										2
Moraime	MH87	07-88	30	4									32	85
Lobelos	MH85	07-88		2									8	30
A Picota	NH05	07-88												2
Setados	NG55	03-89												1
Crecente	NG66	03-89		2										
Paredes	NG67	03-89									1			
Lira	MH83	04-89		3		+			34	4			2	21
Vilafrió	NH92	05-89		1										
S. Pedro Visma	NJ40	05-89		17				1		7				4

Carboeiro, NH63; Santa María de Oia, NG15; Vilariño, NG25; La Lourenza, NG13; Monasterio de Toxosoutos, NH13; Cando, NH14; Monasterio de Caaveiro, NJ70; Vimianzo, MH97; Vilar do Castro, NH23; Badernados, MH93; Puente del Puerto, MH97. RIBALLO (1990): Rubio, NH44; Cernán, NH13.

A modo de resumen señalamos que, con este trabajo, se amplía el área de distribución de las 12 especies estudiadas y

se citan por primera vez cuatro de ellas (*Azeca goodalli*, *Columella edentula*, *Vertigo antivertigo* y *Toltecia pusilla*) en el área de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto «Invertebrados terrestres de Galicia I. Provincias de La Coruña y Pontevedra» financiado por la Xunta de Galicia.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR-AMAT, J. B., 1932. Catalog dels *Pu-
pillidae*. *Treballs del Museu de Ciències Na-
turales de Barcelona* 10: 6-50.
- ALTIMIRA, C., 1969. Notas malacológicas VII. Moluscos terrestres y de agua dulce recogidos en la provincia de Lugo (Galicia) y en Asturias. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada de Barcelona*, 46: 107-113.
- CASTILLEJO, J., 1983. Caracoles terrestres de Galicia. IV: Especies de los Superórdenes Systelommatophora y Stylommatophora (Gastropoda, Pulmonata). *Trabajos Compostelanos de Biología*, 10: 53-85.
- GÓMEZ, B., 1987. *Estudio Sistemático y Biogeográfico de los moluscos terrestres del Suborden Orthurethra (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) del País Vasco y regiones adyacentes y catálogo de las especies ibéricas*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco. 424 pp.
- GRAELLS, M. P., 1846. *Catálogo de los moluscos terrestres y de agua dulce de España*. 33 pp, 1 lám. Madrid.
- HIDALGO, J. G., 1875. *Catálogo iconográfico y descriptivo de los moluscos terrestres de España, Portugal y las Baleares*. Parte 1A: 224 pp., Parte 2A: 16 pp., Madrid.
- HIDALGO, J. G., 1890. *Estudios preliminares sobre los moluscos terrestres y marinos de España, Portugal y Baleares*. Memorias de la Real Academia de Ciencias Naturales. Madrid. 736 pp.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. Y JUNG-
BLUTH, J. H., 1983. *Die landschnecken Nordund Mitteleuropas*. 384 pp. Ed. Parey. Berlín.
- MACHO VELADO, J., 1870. Catálogo de los moluscos terrestres observados en Galicia. *Hojas Malacológicas Hidalgo*, Madrid, 10-16.
- OUTEIRO, A., 1988. *Gasterópodos de O Courel (Lugo)*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago. 626 pp.
- RIBALLO, I., 1982. *Gasterópodos de la hojarasca del bosque de Los Cabaniños*. Tesina de Licenciatura. Universidad de Santiago. 77 pp.
- RIBALLO, I., 1990. *Gasterópodos terrestres de Rubio-Boqueixón y Cernán-Rois (La Coruña)*. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela. 399 pp.
- ROLÁN, E. Y OTERO-SCHMITT, J., 1988. Gasterópodos terrestres: Nuevas citas para Galicia. *Iberus*, 8 (1): 111-114.
- SACCHI, C. F. Y VIOLANI, C., 1977. Ricerche ecologiche sulle elicidi dunicole della Ría di Vigo (Spagna) (Gastropoda Pulmonata). *Natura*, 68 (34): 253-284.
- WILLIAMSON, M. H., 1959. The separation of molluscs from woodland leaf litter. *Journal of Animal Ecology*, 28 (1): 153-155.

Recibido el 17-XII-1992
Aceptado el 14-VII-1993

Empleo de las comunidades de moluscos marinos de fondos blandos como bioindicadores de la diversidad del megazoobentos y de la calidad ambiental

An example of soft bottom molluscs communities as bio-monitors of megazoobenthos diversity and ambiental quality

Pedro ALCOLADO y José ESPINOSA*

RESUMEN

Se presenta una alternativa que facilita y simplifica las prospecciones con fines de control ambiental en fondos blandos, cuando existen limitaciones de tiempo y de recursos materiales y humanos. Esta consiste en el uso del número de especies de moluscos en vez del número total de especies del megazoobentos, ya que ambas variables exhibieron una correlación relativamente alta ($r = 0,892$). La regresión entre ambas variables está representada por:

$$S \text{ (megazoobentos)} = 1,798 S \text{ (moluscos)} + 7,540$$

donde S es el número de especies.

ABSTRACT

An easier and simplified alternative is given for soft bottom environmental bio-monitoring survey when time, and human and material resources are limited. It consists in the use of number of species of molluscs instead of the total number of species of megazoobenthos. It obeys to the fact that both variables exhibited a relatively high correlation ($r = 0.892$). The regression between them is represented as:

$$S \text{ (megazoobenthos)} = 1.798 S \text{ (molluscs)} + 7.540$$

where S is the number of species.

PALABRAS CLAVE: comunidades, diversidad, megazoobentos, moluscos marinos, fondos blandos, bioindicadores.

KEY WORDS: communities, diversity, megazoobenthos, marine molluscs, soft bottoms, bio-monitoring.

INTRODUCCIÓN

La diversidad de especies es ampliamente reconocida como indicador de las condiciones y cambios del ambiente (UNESCO, 1989), independientemente de la existencia de detractores y de las

discusiones semánticas sobre el término diversidad (ver PEET, 1974).

La determinación del número de especies del megazoobentos (≥ 4 mm) y de la identidad de cada una de ellas en las

* Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba, Avda. 1ª, 18406, La Habana, Cuba.

muestras entraña la necesidad de disponer de varios taxónomos bien cualificados, y de tiempo considerable de procesamiento, lo que no siempre es posible, sobre todo cuando se trata de prospecciones ecológicas rápidas. Por esta razón una alternativa práctica sería seleccionar alguna taxocenosis cuya riqueza de especies esté correlacionada con la riqueza global del megazoobentos y por lo tanto, de forma indirecta, con la calidad ambiental; o, simplemente, que el grupo escogido posea buenas cualidades como bioindicadores directos de las variables ambientales que se desean analizar.

Esta última alternativa ha sido ya utilizada con buenos resultados en los fondos duros por medio de la evaluación de comunidades sésiles como esponjas, corales y gorgonáceos (ALCOLADO, HERRERA-MORENO Y MARTÍNEZ-ESTALELLA, 1993). La alta componente de conectividad sistema-ambiente (*sensu* BRADBURY, 1977) y la inmovilidad hacen de los organismos sésiles unos indicadores adecuados para el control de fondos duros (ALCOLADO, 1984; MURICY, 1989).

En los fondos blandos, la presencia de animales sésiles (*s. s.*) no es generalizada, de ahí que se hace necesaria la selección de otra vía de bioindicación de la diversidad global del megazoobentos y de la calidad ambiental. Los moluscos parecían prometedores en ese sentido, a pesar de su marcada y no deseada conexión intrasistémica (*sensu* BRADBURY, 1977), por su movilidad limitada, su amplia presencia en prácticamente todas las circunstancias ecológicas, la relativa facilidad subjetiva y material con que pueden ser diferenciadas o identificadas las especies, y por la mayor disponibilidad de malacólogos en comparación con otras especialidades.

Nuestro objetivo consiste en valorar la factibilidad de utilización de los moluscos como bioindicadores de la diversidad del megazoobentos (y por ende de la calidad ambiental) en prospecciones ecológicas rápidas. Para ello, se exploran las correlaciones existentes entre la riqueza de especies de moluscos y la del megazoobentos, tomando como premisa el planteamiento de MARGALEF

(1993): «... podríamos llegar a aceptar que la diversidad de todo el ecosistema, imposible de medir en la práctica y, por tanto casi mítica, se reflejará, más o menos bien en diversidades estudiadas en planos distintos». En nuestra hipótesis seleccionamos como plano a la taxocenosis moluscos, y sustituimos el nivel de ecosistema por el del subsistema megazoobentos, quedando así: la diversidad del megazoobentos, muy difícil de medir en la práctica (sobre todo si se trata de prospecciones rápidas), se reflejará más o menos bien en la diversidad de moluscos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente trabajo se utilizaron los datos de archivo obtenidos en las investigaciones ecológicas del bentos realizadas en el Archipiélago Sabana-Camagüey durante los años 1989/1990. La zona es una amplia y estrecha plataforma marina que se extiende a lo largo de aproximadamente 465 km al N Central de Cuba. Las 27 estaciones de donde provienen los datos (Tabla I) son ecológicamente muy heterogéneas: fondos que van desde fangosos hasta arenosos, salinidades que oscilan entre 35‰ y 60‰, valores de materia orgánica volátil en el fondo de 4-35%, diferentes grados de turbidez y de exposición al oleaje y, por ende, poseen un amplio margen de estrés ambiental (ALCOLADO, JIMÉNEZ, ESPINOSA, IBARZÁBAL, MARTÍNEZ, VALLE, MARTÍNEZ, HERNÁNDEZ, ABREU, VEGA Y RAMÍREZ, 1990; ALCOLADO, JIMÉNEZ, IBARZÁBAL, ESPINOSA, MARTÍNEZ, VALLE, MARTÍNEZ, HERNÁNDEZ, ABREU, VEGA Y RAMÍREZ, 1990; ESPINOSA, ALCOLADO, JIMÉNEZ, IBARZÁBAL, MARTÍNEZ, VALLE, MARTÍNEZ, HERNÁNDEZ, ABREU, VEGA Y RAMÍREZ, 1990).

Los datos provienen de arrastres y colectas manuales complementarias. Las colectas manuales aumentan considerablemente la efectividad de los resultados del arrastre en la determinación del número de especies, ya que por esa vía aparecen especies más raras que demandarían muchos mayores esfuerzos de

Tabla I. Datos de los muestreos de moluscos y de megazoobentos de los fondos blandos del Archipiélago Sabana-Camagüey (N de Cuba). St: número total de especies obtenidas por arrastre y recogida manual; R: índice de riqueza de Margalef; n: tamaño de muestra (número de individuos); *: tamaños de muestra no considerados.

*Table I. Molluscs and megazoobenthos sampling data from Sabana-Camagüey Archipelago (N Cuba). St: Number of species collected both manually and dragging; R: Margalef's species richness index; n: number of specimens per sample; *: sampling sizes not considered.*

	Moluscos		Megazoobentos			Estaciones	
	St		R	n	St	R	n
2	11		1,90	191	29	4,28	214*
3	0		0	0	17	1,96	3976
4	16		2,52	383	43	4,91	549
6	17		2,49	186	37	5,07	672
7	18		2,86	270	47	6,29	578
8	15		2,35	378	31	4,89	460
9	15		2,59	220	30	5,16	276
18	28		5,18	70*	55	6,58	1268
24	3		0,16	590	21	2,74	717
27	4		0,47	551	13	1,86	627
28	4		0,62	121	14	1,88	581
36	4		0,52	312	19	2,80	432
49	14		2,71	120	37	6,04	169*
56	8		0,70	302	16	1,57	308
57	17		2,95	223	46	5,44	299
61	17		2,85	269	32	4,89	305
62	15		2,82	144	25	4,71	164*
66	8		1,22	306	34	5,21	385
68	9		1,29	472	26	3,47	563
71	10		1,93	106	20	3,44	139*
76	5		0,54	251	6	0,54	251*
78	8		1,38	162	9	1,57	163*
85	2		0,18	281	2	0,18	281
86	7		1,25	123	8	1,25	123*
99	6		0,82	429	11	1,53	682
100	8		1,14	474	14	1,98	718
107	9		1,62	139	34	5,97	213*
109	3		0,35	278	6	0,88	286

arrastre para su obtención. Sólo se aprovecharon los datos de 27 estaciones (de un total de 109) donde se obtuvieron muestras con más de 270 organismos (incluidos juntos todos los táxones), como criterio de representatividad de las muestras, ya que a partir de ese límite de tamaño mínimo se observaron mejoras sustanciales en las correlaciones obtenidas en ensayos previos.

Como indicadores de diversidad empleamos el simple número de especies (S) y el índice de riqueza de especies de MARGALEF (1951; $R = (S - 1) / \ln N$). Para el cálculo de R se utilizaron solamente las muestras donde el número de moluscos fue igual o mayor de 100 (20 estaciones) y sólo se usan los datos de arrastre, y no los de colecta manual, por razones obvias.

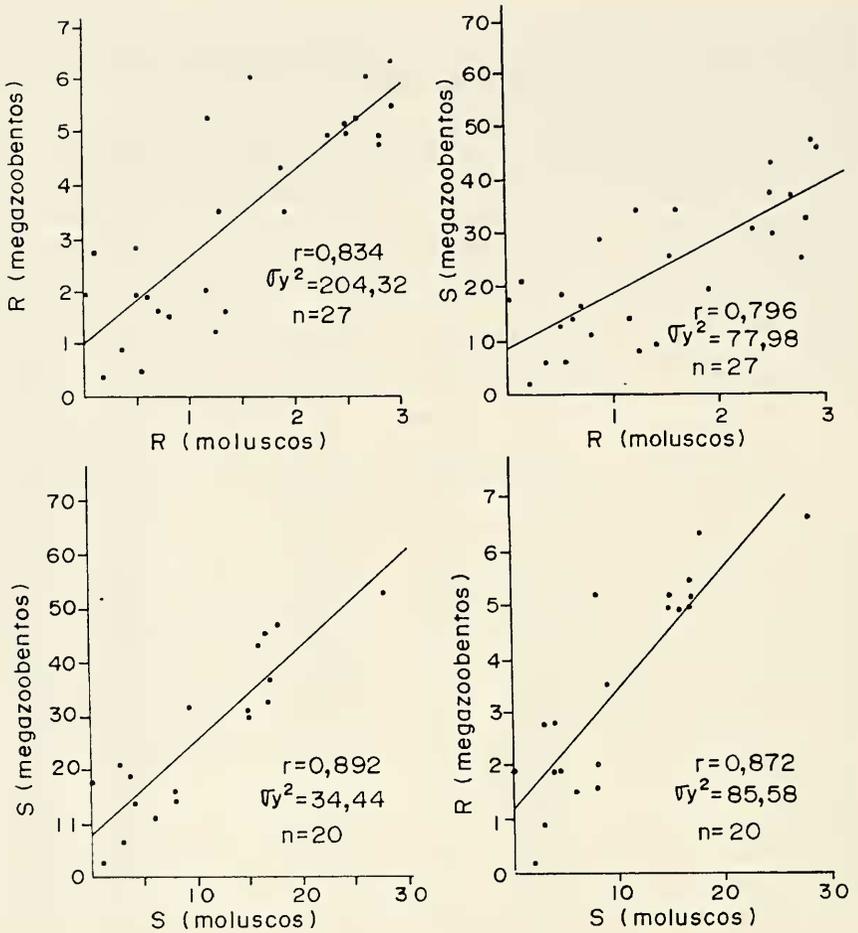


Figura 1. Correlaciones entre las variables consideradas. S: Número de especies; R: índice de riqueza de especies de Margalef.

Figure 1. Correlations between the studied variables. S: number of species; R: Margalef's species richness index.

Para explorar el posible paralelismo entre las tendencias de la diversidad de moluscos y del megazoobentos, se utilizó el análisis de correlación lineal simple con $\alpha=0,005$.

RESULTADOS

El análisis de las correlaciones (Fig. 1) obtenido mediante las combinaciones por pares de las variables: a) número de

especies de moluscos (S_{mo}), b) número de especies del megazoobentos (S_{me}), c) riqueza de especies de moluscos (R_{mo}) y d) riqueza de especies del megazoobentos (R_{me}), mostró que el mayor coeficiente de correlación (y además, significativos para $\alpha=0,005$) se obtuvo con el par S_{mo} - S_{me} ($r=0,892$). A este par también correspondió la menor dispersión de los valores de S_{me} con relación a la recta de regresión ($\sigma_y^2=34,44$). Las máximas desviaciones obtenidas en el eje de la orde-